

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

10 / 501794

28.03.03

16 JUL 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年12月26日

REC'D 23 MAY 2003

出願番号

Application Number:

特願2002-376249

WIPO PCT

[ST.10/C]:

[JP2002-376249]

出願人

Applicant(s):

JFEエンジニアリング株式会社

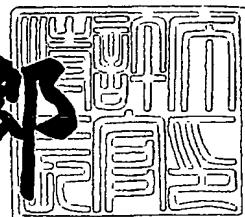
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3033973

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-00460

【提出日】 平成14年12月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B09B 3/00
F23D 5/08
C01B 3/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

【氏名】 岩崎 克博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

【氏名】 中山 剛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社内

【氏名】 鈴木 実

【特許出願人】

【識別番号】 000004123

【氏名又は名称】 日本鋼管株式会社

【代理人】

【識別番号】 100061273

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 宗治

【電話番号】 03(3580)1936

【選任した代理人】

【識別番号】 100085198

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 久夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100060737

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 三朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100070563

【弁理士】

【氏名又は名称】 大村 昇

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008626

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 衝撃波による化学反応方法およびそれを用いた水素製造方法、並びに化学反応装置およびその装置を備えた水素製造装置、および水素供給施設

【特許請求の範囲】

【請求項1】 衝撃波を発生させ、該衝撃波を利用する化学反応方法であつて、

熱源との熱交換により流体を加熱し200℃以上で400℃以下の高圧ガスとする工程と、

前記高圧ガスを瞬間的に反応装置内に開放して衝撃波を発生させる工程と、

前記衝撃波を発生させる前に原料を前記反応装置内に供給する工程と、

前記発生させた衝撃波により前記原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程と

を有することを特徴とする化学反応方法。

【請求項2】 衝撃波を発生させ、該衝撃波を利用する化学反応方法であつて、

熱源との熱交換により流体を加熱し反応前の反応装置内の圧力に対して5倍以上の圧力の高圧ガスとする工程と、

前記高圧ガスを瞬間的に反応装置内に開放して衝撃波を発生させる工程と、

前記衝撃波を発生させる前に原料を前記反応装置内に供給する工程と、

前記発生させた衝撃波により前記原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程と

を有することを特徴とする化学反応方法。

【請求項3】 衝撃波を発生させ、該衝撃波を利用する化学反応方法であつて、

熱源との熱交換により低沸点流体を加熱し高圧ガスとする工程と、

前記高圧ガスを瞬間的に反応室内に開放して衝撃波を発生させる工程と、

前記衝撃波を発生させる前に原料を前記反応室内に供給する工程と、

前記発生させた衝撃波により前記原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程と

を有することを特徴とする化学反応方法。

【請求項4】 前記熱源は、50℃以上で600℃以下の温熱を提供することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の化学反応方法。

【請求項5】 前記熱源は、火力発電所、廃棄物焼却施設、廃棄物処理施設、製鉄所の製銑設備、製鉄所の製鋼設備、スクラップ溶解設備、非鉄金属精錬設備、セメント焼成設備、燃焼設備および地熱利用設備に備えられた熱発生源のうちのいずれかであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の化学反応方法。

【請求項6】 前記発生させた衝撃波により前記原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程の該化学反応は、水素生成反応であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の化学反応方法。

【請求項7】 請求項6に記載の化学反応方法により水素を含有する生成物を生成する水素生成工程と、

前記生成物から水素を分離する水素分離工程と
を有することを特徴とする水素製造方法。

【請求項8】 燃焼物を燃焼させて熱交換により水蒸気を発生させ、該水蒸気を発電に使用する燃焼設備を熱源とし、水素の供給要求があったときに、前記熱源との熱交換により発生させた水蒸気の少なくとも一部を水素生成に用いることを特徴とする請求項7記載の水素製造方法。

【請求項9】 热源と、

該熱源との熱交換により流体を加熱し200℃以上で400℃以下の高圧ガスとする熱交換器と、

前記高圧ガスを瞬間的に開放して衝撃波を発生させ、該衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる反応装置と、

前記衝撃波を発生させる前に前記原料を前記反応装置内に供給する供給装置とを備えたことを特徴とする化学反応装置。

【請求項10】 热源と、

該熱源との熱交換により流体を加熱し反応前の反応装置内の圧力に対して5倍以上の高圧ガスとする熱交換器と、

前記高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、該衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる反応装置と、

前記衝撃波を発生させる前に前記原料を前記反応装置内に供給する供給装置とを備えたことを特徴とする化学反応装置。

【請求項11】 熱源と、

該熱源との熱交換により低沸点流体を加熱し高圧ガスとする加熱器と、

前記高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、該衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる反応装置と、

前記衝撃波を発生させる前に前記原料を前記反応装置内に供給する供給装置とを備えたことを特徴とする化学反応装置。

【請求項12】 前記熱源は、50°C以上で600°C以下の温熱を提供することを特徴とする請求項9乃至11のいずれかに記載の化学反応装置。

【請求項13】 前記熱源は、火力発電所、廃棄物焼却施設、廃棄物処理施設、製鉄所の製銑設備、製鉄所の製鋼設備、スクラップ溶解設備、非鉄金属精錬設備、セメント焼成設備、燃焼設備および地熱利用設備に備えられた熱発生源のうちのいずれかであることを特徴とする請求項9乃至12のいずれかに記載の化学反応装置。

【請求項14】 前記反応装置による化学反応は、水素生成反応であることを特徴とする請求項9乃至13のいずれかに記載の化学反応装置。

【請求項15】 請求項14に記載の化学反応装置を備え、該化学反応装置により水素を含有する生成物を生成する水素生成装置と、

前記生成物から水素を分離する分離装置とを有することを特徴とする水素製造装置。

【請求項16】 燃焼物を燃焼させて熱交換により水蒸気を発生させ、該水蒸気を発電に使用する燃焼設備を熱源とし、水素の供給要求があったときに、前記熱源との熱交換により発生させた水蒸気の少なくとも一部を水素生成に用いることを特徴とする請求項15記載の水素製造装置。

【請求項17】 熱源と、

前記熱源との熱交換により200°C以上で400°C以下の水蒸気を生成する水

蒸気生成装置と、

前記水蒸気を瞬間に開放して衝撃波を発生させ、該衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し水素生成反応をさせる反応装置と、

前記衝撃波を発生させる前に前記原料を前記反応装置内に供給する供給装置と

前記反応装置内で生成された水素を含む生成物から水素を分離する分離装置と

前記分離された水素を供給する供給装置と

を備えたことを特徴とする水素供給施設。

【請求項18】 熱源と、

前記熱源との熱交換により反応前の反応装置内の圧力に対して5倍以上の圧力の水蒸気を生成する水蒸気生成装置と、

前記水蒸気を瞬間に開放して衝撃波を発生させ、該衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し水素生成反応をさせる反応装置と、

前記衝撃波を発生させる前に前記原料を前記反応装置内に供給する供給装置と

前記反応装置内で生成された水素を含む生成物から水素を分離する分離装置と

前記分離された水素を供給する供給装置と

を備えたことを特徴とする水素供給施設。

【請求項19】 熱源と、

前記熱源との熱交換により低沸点流体からなる高圧ガスを生成するガス生成装置と、

前記高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、該衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し水素生成反応をさせる反応装置と、

前記衝撃波を発生させる前に前記原料を前記反応装置内に供給する供給装置と

前記反応装置内で生成された水素を含む生成物から水素を分離する分離装置と

前記分離された水素を供給する供給装置と
を備えたことを特徴とする水素供給施設。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば製鉄所、ごみ焼却施設等の各種熱プロセスから排出される比較的低温の廃熱エネルギーを用いて高圧ガスを生成し、高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させてその衝撃波により例えば廃棄物などの原料を化学反応させて水素等を生成する化学反応方法およびそれを用いた水素および水素含有燃料ガスの製造方法、並びに化学反応装置およびその装置を備えた水素製造装置、および水素供給施設に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

廃棄物である原料を水蒸気で改質して水素を得る方法の一例として、加熱炉式で所定の水素分離膜を有する隔壁で仕切られた二重管型水蒸気改質反応器を用い、二重管の一方の管内に触媒を充填して原料としての軽量炭化水素および水蒸気を供給して改質反応させ、一方の管内から排出されるガスを冷却して二酸化炭素を主成分とするガス相と水分からなる液相とに気液相分離してそれぞれを取り出すとともに、生成水素を水素分離膜を介して他方の管内に連続的に流出させて取り出し、同時に生成水素の一部を酸素とともに加熱炉に供給し燃焼させて改質反応器に熱を与える環境調和型水素製造方法がある（例えば、特許文献1参照、以下「従来技術1」という）。

【0003】

また、天然ガスのスチームリフォーマ法を用いるものにあっては、原料として天然ガス、プロパン等の炭化水素と水蒸気との混合体を反応器内で高温状態の改質触媒に接触させることにより、水素、一酸化炭素等を含有した水素含有ガスたる改質ガスを得て、この改質ガスから水素を分離して得る方法である（例えば、特許文献2参照、以下「従来技術2」という）。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-272904号公報（第3～4頁、図1）

【特許文献2】

特開昭62-197301号公報（第1～4頁、図1）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来技術1は、高温の水蒸気改質反応を進めるために、原料と水蒸気との混合体である反応物質を少なくとも450℃以上の高温に加熱しなければならず、そのために少なくとも620℃以上、概ね800℃前後の恒常的な熱源が必要であり、その熱源を得るために燃料が必要であった。これにより、燃料消費が省けないばかりでなく、燃料の燃焼により炭酸ガスが発生するという問題があった。また、反応器は、恒常的な高温場を維持する必要があることから、少なくとも内面を高価な耐火物質とする必要があり、設備費が高くなってしまうという問題もあった。

【0006】

従来技術2は、水素を得る反応の前に反応器内を予め高温状態としなければならないため、装置の立ち上げ工程や立ち下げ工程等で、エネルギーロスが大きくなってしまい、装置の運転費が高くなってしまうという問題があった。また、時間的ロスも大きくなってしまうため、一旦装置を立ち上げて反応器内を高温状態とした後は長時間連続して水素製造を行うことになり、水素の供給要求が出された時だけ装置を簡単に稼動することができず、小規模生産あるいは所望時の短時間生産を行うことができないという問題があった。さらに、装置の立ち上げから立ち下げまでの間の長時間に亘り、反応器内が高温状態に維持されるため、耐火物を多用して装置を構成する必要があり、設備費が高くなってしまうという問題もあった。また、原料として天然ガス、プロパン等の純燃料が必要であるため、この点でも装置の運転費が高くなってしまうという問題があった。そして、水素を得る過程において、水素と同等量以上の二酸化炭素が排出されてしまうため、近年世界的に問題化されている地球温暖化を防止する上で好ましくない。

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、高温が必要な化学反応を、各種熱プロセスから排出される比較的低温の廃熱エネルギーを利用し、かつ安価に実現することができるとともに、その化学反応を行う装置の立ち上げおよび立ち下げが容易で、運転費および設備費を抑えることのできる化学反応方法およびそれを用いた水素製造方法、並びに化学反応装置およびその装置を備えた水素製造装置、および水素供給施設を提供することを目的としたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る化学反応方法は、衝撃波を発生させ、衝撃波を利用する化学反応方法であって、熱源との熱交換により流体を加熱し200℃以上で400℃以下の高圧ガスとする工程と、高圧ガスを瞬間に反応装置内に開放して衝撃波を発生させる工程と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する工程と、発生させた衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程とを有する方法である。

【0009】

本発明に係る化学反応方法は、衝撃波を発生させ、衝撃波を利用する化学反応方法であって、熱源との熱交換により流体を加熱し反応前の反応装置内の圧力に対して5倍以上の圧力の高圧ガスとする工程と、高圧ガスを瞬間に反応装置内に開放して衝撃波を発生させる工程と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する工程と、発生させた衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程とを有する方法である。

【0010】

本発明に係る化学反応方法は、衝撃波を発生させ、衝撃波を利用する化学反応方法であって、熱源との熱交換により低沸点流体を加熱し高圧ガスとする工程と、高圧ガスを瞬間に反応室内に開放して衝撃波を発生させる工程と、衝撃波を発生させる前に原料を反応室内に供給する工程と、発生させた衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程とを有する方法である。

【0011】

本発明に係る化学反応方法は、熱源は、50°C以上で600°C以下の温熱を提供する方法である。

【0012】

本発明に係る化学反応方法は、熱源は、火力発電所、廃棄物焼却施設、廃棄物処理施設、製鉄所の製銑設備、製鉄所の製鋼設備、スクラップ溶解設備、非鉄金属精錬設備、セメント焼成設備、燃焼設備および地熱利用設備に備えられた熱発生源のうちのいずれかである方法である。

【0013】

本発明に係る化学反応方法は、発生させた衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程の化学反応は、水素生成反応である方法である。

【0014】

本発明に係る水素製造方法は、上記化学反応方法により水素を含有する生成物を生成する水素生成工程と、生成物から水素を分離する水素分離工程とを有する方法である。

【0015】

本発明に係る水素製造方法は、燃焼物を燃焼させて熱交換により水蒸気を発生させ、水蒸気を発電に使用する燃焼設備を熱源とし、水素の供給要求があったときに、熱源との熱交換により発生させた水蒸気の少なくとも一部を水素生成に用いる方法である。

【0016】

本発明に係る化学反応装置は、熱源と、熱源との熱交換により流体を加熱し200°C以上で400°C以下の高圧ガスとする熱交換器と、高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる反応装置と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する供給装置とを備えたものである。

【0017】

本発明に係る化学反応装置は、熱源と、熱源との熱交換により流体を加熱し反応前の反応装置内の圧力に対して5倍以上の圧力の高圧ガスとする熱交換器と、高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、衝撃波により原料を衝撃圧縮し

て加熱し化学反応させる反応装置と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する供給装置とを備えたものである。

【0018】

本発明に係る化学反応装置は、熱源と、熱源との熱交換により低沸点流体を加熱し高圧ガスとする加熱器と、高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる反応装置と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する供給装置とを備えたものである。

【0019】

本発明に係る化学反応装置は、熱源は、50°C以上で600°C以下の温熱を提供するものである。

【0020】

本発明に係る化学反応装置は、熱源は、火力発電所、廃棄物焼却施設、廃棄物処理施設、製鉄所の製銑設備、製鉄所の製鋼設備、スクラップ溶解設備、非鉄金属精錬設備、セメント焼成設備、燃焼設備および地熱利用設備に備えられた熱発生源のうちのいずれかであるものである。

【0021】

本発明に係る化学反応装置は、反応装置による化学反応は、水素生成反応であるものである。

【0022】

本発明に係る水素製造装置は、上記化学反応装置を備え、化学反応装置により水素を含有する生成物を生成する水素生成装置と、生成物から水素を分離する分離装置とを有するものである。

【0023】

本発明に係る水素製造装置は、燃焼物を燃焼させて熱交換により水蒸気を発生させ、水蒸気を発電に使用する燃焼設備を熱源とし、水素の供給要求があったときに、熱源との熱交換により発生させた水蒸気の少なくとも一部を水素生成に用いるものである。

【0024】

本発明に係る水素供給施設は、熱源と、熱源との熱交換により200°C以上で

400°C以下の水蒸気を生成する水蒸気生成装置と、水蒸気を瞬間に開放して衝撃波を発生させ、衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し水素生成反応をさせる反応装置と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する供給装置と、反応装置内で生成された水素を含む生成物から水素を分離する分離装置と、分離された水素を供給する供給装置とを備えたものである。

【0025】

本発明に係る水素供給施設は、熱源と、熱源との熱交換により反応前の反応装置内の圧力に対して5倍以上の圧力の水蒸気を生成する水蒸気生成装置と、水蒸気を瞬間に開放して衝撃波を発生させ、衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し水素生成反応をさせる反応装置と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する供給装置と、反応装置内で生成された水素を含む生成物から水素を分離する分離装置と、分離された水素を供給する供給装置とを備えたものである。

【0026】

本発明に係る水素供給施設は、熱源と、熱源との熱交換により低沸点流体からなる高圧ガスを生成するガス生成装置と、高圧ガスを瞬間に開放して衝撃波を発生させ、衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し水素生成反応をさせる反応装置と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置内に供給する供給装置と、反応装置内で生成された水素を含む生成物から水素を分離する分離装置と、分離された水素を供給する供給装置とを備えたものである。

【0027】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1に係る水素製造装置の構成ブロック図、図2はその反応装置の断面図である。図において、1は化学反応の1つである炭化水素もしくは炭素を含む反応性粒子と水蒸気を高温下で反応させ水素を生成する水素生成反応を実現する水素製造装置20の反応装置で、上端が大径、下端が小径で、中間部に上端から下端へ向け通路断面積が小さくなる収束部2Aを有する収束管2を備えており、収束管2の内部空間が反応室としての圧縮室を形成している。この収束管2には、その内部に後述するボイラからの高圧水蒸気を収容する水蒸

気収容室3が接続され、水蒸気収容室3と収束管2との間を瞬間に連通、遮断する開閉弁4が配設されている。そして、開閉弁4が開いて水蒸気収容室3と収束管2との間を連通させて、水蒸気収容室3内の高圧水蒸気が瞬間に開放されることにより、衝撃波が発生し、さらに収束管2(圧縮室)内では、複数の衝撃波が収束されて高温高圧の収束衝撃波が得られる。そして、後述する反応性粒子と水蒸気との混合体を収束衝撃波によって衝撃圧縮して高温に加熱し、混合体中の反応性粒子と水蒸気とが反応して水素含有ガスを生成する。

【0028】

また、反応装置1の収束管2の下端部には、生成ガス取出口6および排気口7が設けられており、その先端部には所定時に開放される制御弁8、9が設けられている。さらに、生成ガス取出口6および排気口7よりも若干上方の位置に、反応性粒子を収束管2内に供給するための反応性粒子供給口10が設けられており、その先端部には所定時に開放される制御弁13が設けられている。

【0029】

11は例えばごみ焼却炉等の大型熱プロセス設備からなる熱源、12は熱源11から発生する排ガスの廃熱を回収して流体(例えば水)を熱交換して加熱し高圧ガスである高圧水蒸気を生成する熱交換器であるボイラで、反応装置1の上流側に接続されており、反応装置1の収束管2内にボイラ12の高圧水蒸気を供給する。

【0030】

そして、熱源11は、火力発電所、廃棄物焼却施設、廃棄物処理施設、製鉄所の製銑設備、製鉄所の製鋼設備、スクラップ溶解設備、非鉄金属精錬設備、セメント焼成設備、燃焼設備および地熱利用設備などの熱発生源であり、これらの熱発生源の燃焼装置、焼却炉、高炉、転炉、石灰燃成、コークス炉、焼結機、キュプラなどから発生する排ガスの廃熱を利用して熱交換器であるボイラ12により水(流体)を加熱し、高圧水蒸気を生成する。

【0031】

14は炭化水素もしくは炭素を含有する原料を他の物質と分離し破碎して粉碎し微粒子状の反応性粒子とするとともに、その反応性粒子を反応装置1に供給す

るフィーダで、反応装置1の反応性粒子供給口10の上流側に接続されており、微粒子化した反応性粒子を所定時に制御弁13を介して供給する。

【0032】

15は反応装置1の生成ガス取出口6の下流側に接続され、反応装置1で生成された水素含有ガスから未反応の反応性粒子、ハロゲン化物および硫黄化合物などの不純物等を除去する除塵機で、除去された未反応の反応性粒子を帰還させて再利用するためにフィーダ14にも接続されている。16は除塵機15の下流側に接続され、除塵機15からの水素含有ガスを水素ガスとCOガスとに分離してそれぞれ取り出すための分離機で、例えば圧力振動吸着装置(PSA)が用いられる。なお、水素の分離は圧力振動吸着法に限らず膜分離、深冷分離、水素吸蔵体に水素を直接吸蔵させる法など、他の方法を用いてもよい。17は制御弁9を介して排気口7に接続された排気管で、反応装置1での反応後に収束管2内に残留している水蒸気が排出される。

【0033】

ここで、高压水蒸気の温度は、200°C以上で400°C以下の範囲が好ましい。高压水蒸気が200°C未満では、高压水蒸気を瞬間に開放して発生させる衝撃波の安定性が低く、また衝撃波によって生成される高温高压場の到達温度が低いため、反応効率が低くなる。また、400°Cを越える高压水蒸気を得るには、熱源11の炉等から発生する比較的低温の排ガスの廃熱のエネルギーから得るのが困難となって、専用の熱源が必要になり、排ガスの廃熱の有効利用にはならない。さらに、300°C以上では反応効率がより高くなる。よって、300°C以上で400°C以下の高压水蒸気とすることが好ましい。また、熱源11は50°C以上で600°C以下の温熱を提供し、50°C未満の温熱では得られる高压水蒸気は圧力が低く不十分であり、600°Cを超える温熱は、高压水蒸気が400°Cを超えてしまうとともに、それを得るために設備が大型になりプロセスも複雑になってしまう。よって、熱源11は50°C以上で600°C以下の温熱を提供することにより、200°C以上で400°C以下の高压水蒸気が得られる。

【0034】

また、反応装置1に供給される高压水蒸気の圧力は、反応前の反応装置1内の

圧力に対して5倍以上の圧力が好ましい。高圧水蒸気を瞬間に反応装置1の反応室内（収束管2内）に開放することにより衝撃波を発生させるが、その際高圧水蒸気と反応前の反応装置1内の圧力との圧力比が5以上であれば、反応性粒子と水蒸気を衝撃圧縮して高温に加熱して反応させるのに必要な衝撃波を発生させることができる。さらに、圧力比が10以上の高圧水蒸気を用いることにより、衝撃波の安定性と衝撃波による高温場（衝撃温度）の到達温度を向上させることができるので、反応性粒子と水蒸気との反応を効率的に進めることができ、より好ましい。さらに、圧力比を20以上または40以上の高圧水蒸気を用いることにより、衝撃高温の到達温度をさらに向上させることができ、反応効率を向上させることができる。

【0035】

また、高圧水蒸気と反応前の反応装置1内の圧力との圧力比が5以上の高圧水蒸気を瞬間に開放して発生した衝撃波を、通路断面積が衝撃波の進行方向に沿って次第に小さくなっている収束部2Aを伝播させ、複数の衝撃波を干渉させて収束衝撃波を発生させることにより、衝撃高温の到達温度をさらに高くすることができます。収束部2Aの下流側の通路断面積の上流側の通路断面積に対する比（収縮比）が小さいほど衝撃波の収束密度が高くなり、収束衝撃波の衝撃温度の到達温度を高くなる。

【0036】

また、反応前の反応装置1内の圧力を大気圧で操業することが、反応装置1（収束管2）への周囲からのガス等の混入を防ぐシール対策として容易である。反応装置1内の圧力を大気圧とした場合、高圧水蒸気と反応前の反応装置1内の圧力比を10から40とするには、高圧水蒸気の圧力を10気圧から40気圧にすればよく、その温度が200°C以上で400°C以下の高圧水蒸気を用いればよい。この温度域の高圧水蒸気は、廃棄物焼却炉の廃熱ボイラ等の余剰廃熱回収ボイラで生成される蒸気に相当し、エネルギーの有効利用ができる。また、反応装置1内を反応前に減圧しておくことにより、高圧水蒸気の圧力をそれほど高くしなくても圧力比を高くすることができる。そして、反応装置1内を減圧するには、減圧用プロワや真空ポンプを用いる。

【0037】

ここで、反応性粒子となる炭化水素もしくは炭素を含有する原料について説明する。

ここで用いられる原料は、水蒸気による衝撃波を利用する、つまり水蒸気が水素含有ガスを生成する原料を兼ねることを考慮したもので、

- ・炭化水素系化合物
 - ・炭素系物質
 - ・炭化水素系化合物+炭素系物質
 - ・炭化水素系化合物+酸化物
 - ・炭化水素系化合物+炭素系物質+酸化物
 - ・炭化水素系化合物+酸化物および還元剤、または酸化物か還元剤のいずれか
 - ・炭素系物質+酸化物および還元剤、または酸化物か還元剤のいずれか
 - ・炭化水素系化合物+炭素系物質+酸化物および還元剤、または酸化物か還元剤のいずれか
- である。

【0038】

そして、炭化水素系化合物としては、例えば油脂類、アルコールやエーテル類、石油およびその誘導体製品、石炭の誘導体製品、石油精製あるいは石炭化学などで生成するタールとその他の廃棄物および種々の残渣類、メタン、天然ガスおよびプロパンガス等の炭化水素系ガス類、廃プラスチックや廃油等の炭化水素系化合物含有廃棄物、粉殻、わら屑、木屑およびその他のバイオマス類、繊維類、パルプ屑などであり、炭素系物質としては、例えば石炭、コークス、木炭、カーボンブラック、タイヤ屑、CO₂などである。また、酸化剤としては、例えば酸素、酸素含有ガス、600℃以上の温度において炭素系物質および炭化水素系物質を酸化する性質のある酸化性ガスや酸化物、600℃以上においては少なくともH₂O、O₂、CO₂を発生するような酸化物や水和物、炭酸塩、その他の化合物などであり、還元剤としては、例えば炭化水素系化合物、炭素系物質、600℃以上でH₂Oを少なくとも部分的に還元できる物質を含有する物（例えば金属アルミニウム、金属マグネシウム、金属シリコン、その他の金属およびその化合物）

物) などである。

【0039】

また、原料は、反応装置1(収束管2)内に供給する前に、フィーダ14によって他の物質と分離した後に破碎し粉碎して微粒子状に形成されるが、水蒸気と反応させるためには粒径を $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下することが好ましい。なお、原料は微粉化に限定されず、例えば粉石炭をスラリー化して、COM(Coal Oil Mixture)やCWM(Coal Water Mixture)としたものを噴霧、あるいは廃プラスチックやタール類のような常温で固形のものを温めて溶融して噴霧するなど、液体化(溶融化)して噴霧してもよい。原料を液体化(溶融化)して反応装置1(収束管2)内に噴霧して微粒子状で供給すると、水蒸気との反応効率が向上し、水素含有ガスの生成効率も向上する。

【0040】

このように構成された実施の形態1に係る水素製造装置20を用いて水素ガスが次の要領で製造される。

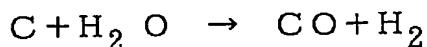
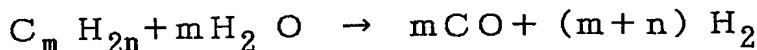
1) まず、制御弁13が開放されると、反応性粒子供給口10から反応性粒子がフィーダ14を介して反応装置1の収束管2内に供給され、その後制御弁13が閉じられると、反応性粒子の供給が止まる。このとき、ガス取出口6および排気口7の制御弁8, 9は閉じている(図3のタイミングチャート(1)参照)。

【0041】

2) 次に、反応装置1の開閉弁4が例えば1~数msの極めて短い時間、瞬間に開き、ボイラ12からの高圧水蒸気が収束管2内に噴射されると、瞬間に開放された高圧水蒸気は衝撃波を発生し、その衝撃波は収束管2の下端に向けて進行する。そして、進行する際に、収束管2の収束部2Aで合流収束されて収束衝撃波となる(図3のタイミングチャート(2)参照)。ついで、収束衝撃波は、収束管2の下端に進行し、収束管2内に供給された反応性粒子とともに水蒸気を急激圧縮して昇温し、例えば3000Kに達すると、その超高温によって反応性粒子が高圧水蒸気と瞬時に反応して水素ガスおよびCOガスを含む水素含有ガスを生成する。

【0042】

この炭化水素もしくは炭素を含む反応性粒子と水蒸気とが反応して水素とCOを生成する反応式は、次の通りである。



【0043】

3) ついで、生成ガス取出口6の制御弁8が開くと、反応装置1(収束管2)内の水素含有ガスが除塵機15に送られ、除塵機15にて未反応の反応性粒子および不純物等が除去される(図3のタイミングチャート(3)参照)。このとき、未反応の反応性粒子は再利用のためにフィーダ14に送られる。そして、さらに分離機16にて水素ガスとCOガスに分離され、それぞれ取り出される。

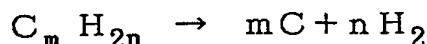
【0044】

4) 一方、反応装置1では、水素含有ガスが除塵機15に送られると、ガス取出口6の制御弁8は閉じられるとともに排気口7の制御弁9が開き、収束管2内の水蒸気等が残留ガスとして排気管17を通って外部に排気される。そして、また次の水素ガス生成に備える(図3のタイミングチャート(4)参照)。

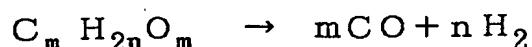
【0045】

また、上述の実施の形態1では、水素生成反応として炭化水素もしくは炭素を含む反応性粒子と水蒸気とが反応して水素とCOを生成する水素生成反応を示したが、以下に示す反応としてもよい。

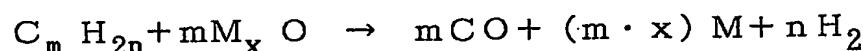
炭化水素系化合物の熱分解反応、



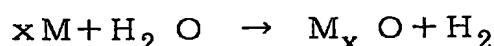
アルコールの熱分解反応、



炭化水素系化合物と酸化剤との反応、



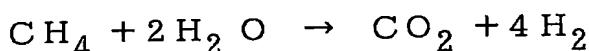
金属と水との反応、



等があげられる。なお、Mは金属元素、 $M_x O$ は金属酸化物(酸化剤)である。

【0046】

また、反応装置1内に供給される水蒸気と反応性粒子とを合わせた混合体中の含有物のモル比を所定の化学量論的比率の範囲内で制御することにより、反応の収率を向上させることができる。例えば混合体をメタン(CH_4) + 水蒸気(H_2O)として超高温で反応させる場合、誤差や変動の範囲を考慮した上での化学量論比に混合体混合比を調整しておくことにより、生成物としてのメタン中の炭素分をCOまで反応を終了させるか、あるいは二酸化炭素まで反応させるかを制御することができる。その反応式は次の通りである。



【0047】

このように、化学反応の1つである水素生成反応を、例えばごみ焼却炉等の大型熱プロセス設備である熱源11から発生する排ガスの廃熱を利用して200℃以上で400℃以下の高圧水蒸気を発生させ、この高圧水蒸気を反応装置1に瞬間に噴射させて衝撃波を発生させ、さらに収束させることによって収束衝撃波を生成し、この収束衝撃波によって水蒸気と反応性粒子とを高温に加熱して反応させるようにし、この反応により水素の製造を実現するようにしたので、これまで廃棄されていた低温エネルギーを有効利用できるとともに、収束衝撃波を簡単に生成してその収束衝撃波を用いて瞬時に高温場を形成するため、装置の立ち上げおよび立ち下げを容易に行うことができ、水素の供給要求が出されたときだけ水素生成反応を起こすことができる水素製造方法およびその装置を得ることができる。

【0048】

また、反応装置1は基本的にバッチ処理を繰り返して水素等の製造を行うので、装置の立ち上げおよび立ち下げを迅速に行うことができ、分離機16も基本的にバッチ式水素分離の繰り返しを行うので、熱源の変動に対してサイクルタイムを変更するなどにより瞬時の対応を取ることができる。よって、水素の供給要求があった場合に、簡単にかつ直ちに供給することができ、高コストな水素貯蔵設備等を特に設けることなく対応することができる。これにより、安価に水素を製造することができる水素製造方法およびその装置を得ることができる。

【0049】

なお、この実施の形態1では、原料および収束管2を予め予熱していくてもよい。この場合、従来で説明したスチームリフォーマ法のように600°C以上に加熱する必要はなく200°C以上に予熱すればよい。そして、予め予熱をすると、収束管2内での反応効率を向上させることができるとともに、使用蒸気量を低減させることができる。

【0050】

また、上述の実施の形態1では、フィーダ14により反応装置1内に反応性粒子を供給する場合を示したが、供給する前に反応性粒子に含まれる不純物、例えばハロゲン化物、硫黄化合物、異物、反応に関与しないあるいは阻害する要因となる種々の物質・化合物等を除去するようにしてもよい。これにより、除塵機15での不純物の除去が容易になるとともに、反応装置1内で生成される水素含有ガスを不純物の少ないものとして生成することができる。

【0051】

実施の形態2.

図4は本発明の実施の形態2に係る水素製造装置の構成ブロック図で、この実施の形態2は、実施の形態1に係る水素製造装置20において、熱源11から発生する排ガスの廃熱を回収して流体（例えば水）を熱交換して加熱し高圧水蒸気を生成する熱交換器であるボイラ12に代えて、熱源11から発生する排ガスの廃熱を回収して低沸点流体を熱交換して加熱し高圧ガスを生成する加熱器12Aとしたものである。

【0052】

そして、低沸点流体は、水より沸点の低い流体であり、LNG、LPG、液化炭酸ガス、アンモニア、DME（ジメチルエーテル）、アルコール類、エーテル類などであり、この低沸点流体は、そのものが化学反応（水素製造）の原料になる場合もある。

また、ここで用いられる反応性粒子となる炭化水素もしくは炭素を含有する原料は、低沸点ガスによる衝撃波を利用する、つまり低沸点ガスが水素含有ガスを生成する原料を兼ねずに圧力媒体とすることを考慮したもので、

- ・炭化水素系化合物+水
 - ・炭素系物質+水
 - ・炭化水素系化合物+炭素系物質+水
 - ・炭化水素系化合物+酸化剤
 - ・炭化水素系化合物+炭素系物質+酸化剤
 - ・炭化水素系化合物+水+酸化剤および還元剤、または酸化物か還元剤のいずれか
 - ・炭素系物質+水+酸化物および還元剤、または酸化物か還元剤のいずれか
 - ・炭化水素系化合物+炭素系物質+水+酸化物および還元剤、または酸化物か還元剤のいずれか
- がある。

【0053】

このように構成したことにより、実施の形態1とほぼ同じ作用および効果が得られるとともに、水蒸気を高圧ガスとするより、低温でまたは少ないエネルギーで低沸点流体を高圧ガスとすることができますため、これまで廃棄されていた、あるいは有効な活用方法がなかった低温エネルギーを有効利用することができる。また、生成物である水素の供給要求に応じて装置の立ち上げおよび立ち下げを容易に行うことができる安価な水素製造方法およびその装置を得ることができる。

【0054】

実施の形態3.

本発明の実施の形態3は、図1に示す実施の形態1に係る水素製造装置20において、その熱源11を除く熱交換器（ボイラ）12から分離機16までの破線で囲まれた部分を例えば自動車や列車等に積載可能な可搬型に形成したものである。

【0055】

図1の破線で示した部分の水素製造装置20は、衝撃加熱であるため耐火物を基本的に使用せずに高温熱化学反応を進行することができる。これにより、装置重量を軽くすることができ、装置としてコンパクト化が図れて自動車や列車等に搭載することができ、自動車や列車等の移動中あるいは停車中に水素ガス（水素

含有ガス)を生成することができる。また、生成された水素ガス(水素含有ガス)は、自動車や列車等を駆動するためのタービンなどの駆動部の原動機用燃料として供給したり、燃料電池やその他の発電装置の発電用燃料、あるいは燃料電池自動車用の燃料として使用するなど、各種の燃料源として活用することができる。

【0056】

なお、図4に示す実施の形態2に係る水素製造装置20においても、その熱源11を除く加熱器12Aから分離機16までの部分を自動車や列車等に積載可能な可搬型に形成してもよい。この場合も同様の効果を奏する。

【0057】

実施の形態4。

本発明の実施の形態4は、実施の形態1に係る水素製造装置20を所定の場所に設置して水素供給施設を形成し、水素製造装置20を例えば燃料電池自動車への水素供給源として活用させるようにしたものである。

【0058】

このように構成した水素供給施設において、例えば燃料電池自動車が水素を補給のために来ると、直ちに水素製造装置20を駆動して水素を生成し、燃料電池自動車のタンク内に水素を供給し充填する。そして、タンクへの水素供給が終了すると水素製造装置20の駆動を停止する。また、別の燃料電池自動車が来ると、上述したように水素製造装置20を駆動して水素を補給する。

【0059】

このように、水素製造装置20を所定の場所に設置して水素供給施設を形成するようにしたので、水素を需要に応じて簡単にかつ直ちに供給・充填することができ、高コストな水素貯蔵設備等を特に設けることなく対応することができる。これにより、安価に水素を供給することができる水素供給施設を得ることができる。

【0060】

なお、上述の実施の形態4では、実施の形態1に係る水素製造装置20を備えた水素供給施設とした場合を示したが、実施の形態2に係る水素製造装置20を

備えた水素供給施設としてもよい。この場合も同様の効果を奏する。

【0061】

実施の形態5.

図5は本発明の実施の形態5に係る水素製造装置の構成ブロック図で、この実施の形態5は、実施の形態1に係る水素製造装置20の熱源11である大型熱プロセス設備を廃棄物焼却施設とし、この廃棄物焼却施設からの水蒸気を水素の製造に使用するようにしたもので、廃棄物焼却施設にボイラ12が設けられている。

【0062】

廃棄物焼却施設は、廃棄物を焼却する焼却炉18からの廃熱を利用して高圧水蒸気をボイラ12で発生させ、発生した高圧水蒸気をボイラ12と反応装置1との間に設けられた切換弁5の切り換えにより、反応装置1側または後述する蒸気タービン19側に供給する。そして、蒸気タービン19側に水蒸気が供給されると、蒸気タービン19はその水蒸気によって駆動され、蒸気タービン19に接続されたジェネレータ21を駆動して発電させる。また、反応装置1側に水蒸気が供給されると、反応装置1内で衝撃波が発生し、その衝撃波により反応装置1内の反応性粒子と水蒸気とが反応して水素含有ガスを生成する。なお、蒸気タービン19の駆動に利用された後の水蒸気は温排水施設等に有効利用される。

【0063】

また、ボイラ12は、焼却炉18からボイラ12を通過した排ガスを大気放出可能な状態に処理する排ガス処理装置22が接続されており、排ガス処理装置22に接続された誘引ファン23によって焼却炉18からの排ガスが排ガス処理装置22に誘引される。そして、排ガスは排ガス処理装置22で大気放出可能な状態に処理され、煙突24を通って大気に放出される。

【0064】

さらに、反応装置1で生成され除塵機15で未反応の反応性粒子等が除去された水素含有ガスから水素ガスおよびCOガスを分離する圧力振動吸着装置（PSA）である分離機16は、分離工程後の水素ガスを必要に応じて供給する水素供給装置25に接続されているとともに、分離工程後のCOガスを燃料として帰還

させて有効利用するために焼却炉18に接続されている。特に、廃棄物の焼却炉18の場合はCOガスを燃焼開始領域に供給することにより燃焼が安定化するという効果がある。また、分離されたCOガスは純度が比較的高いため、化学合成原料として用いることもできる。

【0065】

このように構成したことにより、実施の形態1とほぼ同じ作用および効果が得られ、熱源11を廃棄物焼却施設とし、その廃棄物焼却施設のボイラ12と反応装置1との間に反応装置1側または蒸気タービン19側に水蒸気の供給を切り換える切換弁5を設けて、蒸気タービン19側に供給して発電に使用される水蒸気の少なくとも一部を反応装置1側に供給して水素製造に用いることができるのと、水素を供給要求がない場合は水蒸気の全てを発電に使用することができる。また、分離機16により分離されたCOガスは焼却炉の燃料として有効利用することができる。これにより、ボイラ12から生成される水蒸気の余剰変動分を有効利用することができる。また、反応装置1内の反応性粒子と高圧水蒸気とを反応させるのに必要十分な熱を短時間で効率よく供給できるため、装置の立ち上げおよび立ち下げでのエネルギーロスを軽減させることができ、設備費および運転費が安価な水素製造装置20を得ることができる。

【0066】

なお、上述の実施の形態5では、水素の供給要求がある場合に廃熱物焼却施設からの水蒸気の少なくとも一部を反応装置1側に供給して水素製造装置20を駆動する場合を示したが、熱源11からの発生熱量の増減に対応して水素を安定性よく供給するための生成物貯蔵手段を除塵機15、分離機16または水素供給装置25等に設けるようにしてもよい。これにより、熱源11からの発生熱量を反応装置1側または蒸気タービン19側と隨時調整することができ、水素製造装置20としての経済効果を大きくすることができる。

【0067】

また、上述の実施の形態5では、実施の形態1に係る水素製造装置20の熱源を廃棄物焼却施設とした場合を示したが、実施の形態2に係る水素製造装置20の熱源を廃棄物焼却施設としてもよい。この場合も同様の効果を奏する。

【0068】

実施の形態6.

実施の形態1に係る水素製造装置20により生成された生成物である水素含有ガスおよび水素ガスの用途を実施の形態6として説明する。

【0069】

図6は実施の形態6に係る水素製造装置の生成物の用途についての説明図である。

図6に示すように、水素製造装置20の反応装置1内で生成された水素含有ガスは、除塵機15により回収されると、未反応の反応性粒子、不純物であるハロゲン化物および硫黄化合物等が除去され、未反応の反応性粒子は再利用のためにフィーダ14に供給されるとともに、不純物等が除去された水素とCOを含む水素含有ガスは、化学原料、燃料、有害化合物の分解促進剤、有害化合物の生成抑制剤、抽出用媒体および還元剤として活用される。

【0070】

水素含有ガスを化学原料として活用する場合、ここでいう化学原料とは有機化合物への水素添加改質、水素化合物の合成、メタノール、ジメチルエーテル、ジメチルカルボニルおよびその他の化合物の合成用原料であるため、低質の燃料・原料ガスの改質やCO₂分解を含む化学反応原料として活用する。

【0071】

また、水素含有ガスを燃料として活用する場合、そのまままたは他の燃料と混合して、バーナー、ガスタービン、ボイラー蒸気発電、コジェネレーションシステム、燃料電池、燃料電池自動車、MHD (Magneto Hydro Dynamics) 発電およびその他の発電用燃料として活用する。

【0072】

さらに、水素含有ガスを有害化合物の分解促進剤あるいは有害化合物の生成抑制剤として活用する場合、ここでいう有害化合物とは例えばダイオキシン類およびその他の環境影響物質や有害な有機化合物のように廃棄物や汚泥・汚染土壌等に含まれるもの、あるいはそれらの廃棄物処理中に発生するものであるので、廃棄物処理中に水素ガスを添加することにより、有害化合物の分解が促進されたり

、有害化合物の生成が抑制されたりすることが期待される。

【0073】

また、水素含有ガスを抽出用媒体として活用する場合、有価元素、有害元素およびそれらの化合物を抽出するものとして活用する。つまり、例えば汚泥焼却灰や汚染土壤並びに種々の廃棄物中に含まれるヒ素のように水素によりヒ化水素としてガス化除去することにより廃棄物の有害性を除去するとともに、純度の高い状態でヒ素を回収リサイクルできる。

【0074】

さらに、水素含有ガスを還元剤として活用する場合、金属酸化物や金属化合物を還元する還元剤として活用できる。金属製錬炉等に還元性ガスおよび燃料ガスまたはいずれかとして吹き込むことにより、例えば鉄酸化物の還元が水素だけでは吸熱反応であるが、COにより発熱反応とすることができる、還元剤として活用することができる。このように、熱的にも分離機16なしでCO含有水素ガスを活用することは金属製錬プロセスにとって熱的にも経済的にも大きな改善になる。

【0075】

次に、除塵機15により未反応の反応性粒子および不純物が除去された水素含有ガスは、分離機16に送られると、水素ガスが分離され、その水素ガスは、水素含有ガスと同様に、化学原料、燃料、有害化合物の分解促進剤、有害化合物の生成抑制剤、抽出用媒体および還元剤として活用される。また、水素ガスはプラズマの作動流体としても活用される。プラズマの作動流体として活用する場合は、プラズマ溶融炉で容易に還元性雰囲気での廃棄物の還元・溶融を行わせることができ、生成ガス中に窒素が低いことからガス回収をすることにより、これを燃料ガスあるいはその他の用途へと活用することができ、水素ガスを用いることにより、還元性雰囲気の維持・強化が図れてダイオキシン等の分解・再合成抑制が図れる。

【0076】

また、分離されたCOガスは、化学工業用原料として活用する。原料の廃プラスチックや微粉炭のように種々の不純物を含む場合は、生成ガスから硫黄化合物

、ハロゲン化合物あるいは灰分等の不純物を除去する必要があるが、油脂類、LNG、LPG、エーテル類およびアルコール類等を用いた場合は、高純度のCOガスが得られる。

【0077】

なお、上述の実施の形態6では、実施の形態1に係る水素製造装置20により生成された生成物である水素含有ガスおよび水素ガスの用途について説明したが、実施の形態2に係る水素製造装置20により生成された生成物である水素含有ガスおよび水素ガスもほぼ同様な用途で活用される。

【0078】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、高温が必要な化学反応を、各種熱プロセスから排出される比較的低温の廃熱エネルギーを利用して安価に実現することができる。また、その化学反応方法を実現する装置は、比較的低温の廃熱エネルギーにより衝撃波を簡単に生成して瞬時に高温場を形成することができるため、装置の立ち上げおよび立ち下げを容易に行うことができ、例えば水素の供給要求が出されたときだけ水素生成反応を起こすことができる。これにより、運転費および設備費を抑えて安価に水素を製造し供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1に係る水素製造装置の構成ブロック図である。

【図2】

図1の反応装置の断面図である。

【図3】

本発明の実施の形態1に係る水素製造装置のタイミングチャートである。

【図4】

本発明の実施の形態2に係る水素製造装置の構成ブロック図である。

【図5】

本発明の実施の形態5に係る水素製造設備の構成ブロック図である。

【図6】

本発明の実施の形態6に係る水素製造装置の生成物の用途についての説明図である。

【符号の説明】

1 反応装置

1 1 热源

1 2 ボイラ

1 2 A 加熱器

1 4 フィーダ

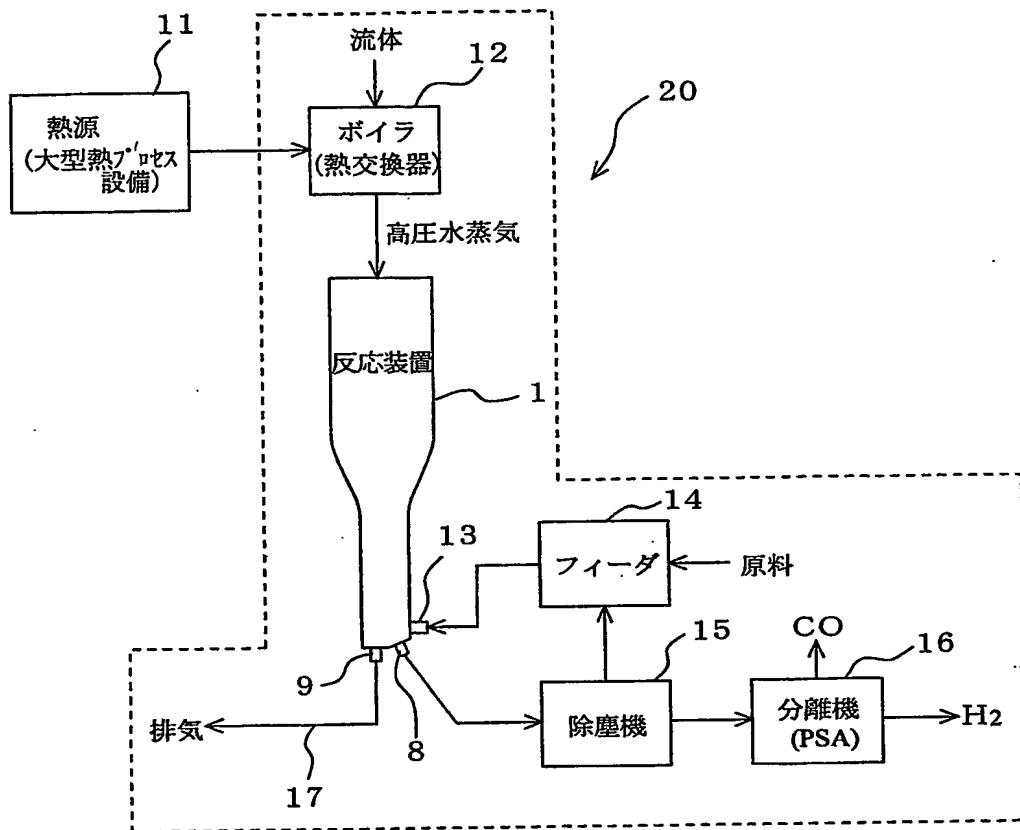
1 5 除塵機

1 6 分離機

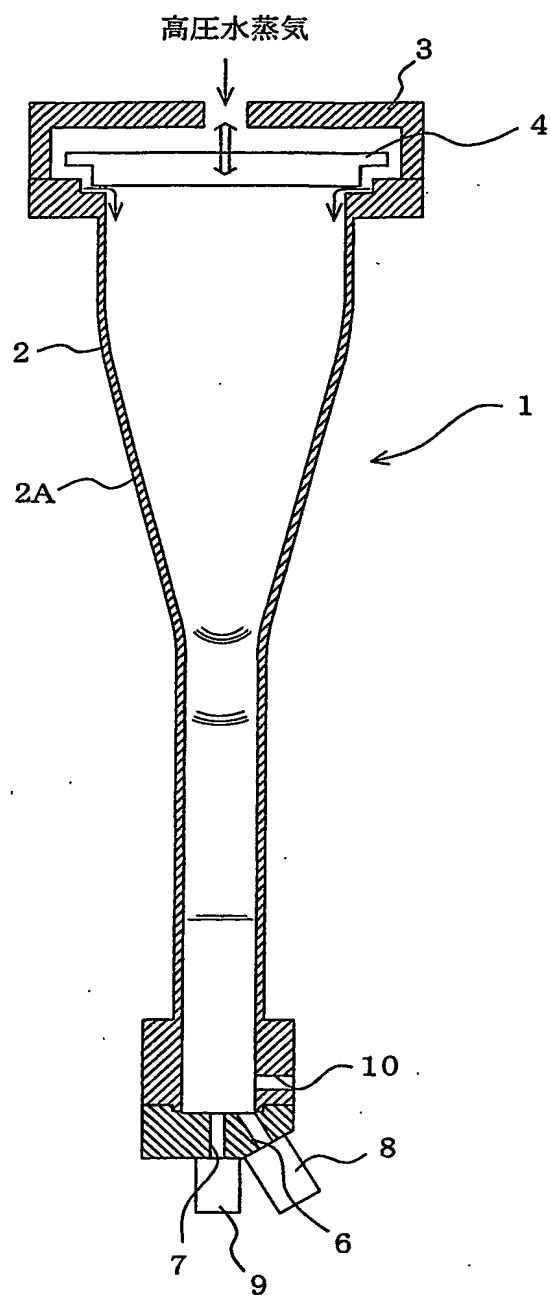
2 0 水素製造装置

【書類名】 図面

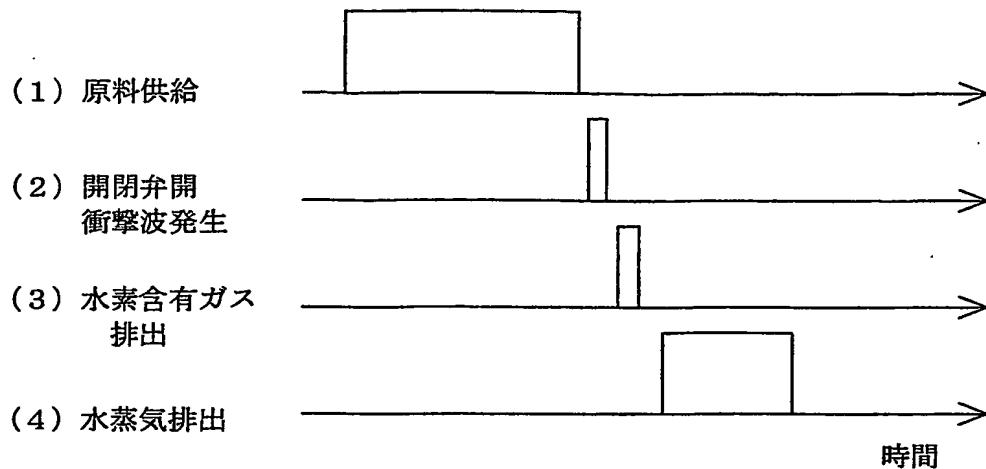
〔圖1〕



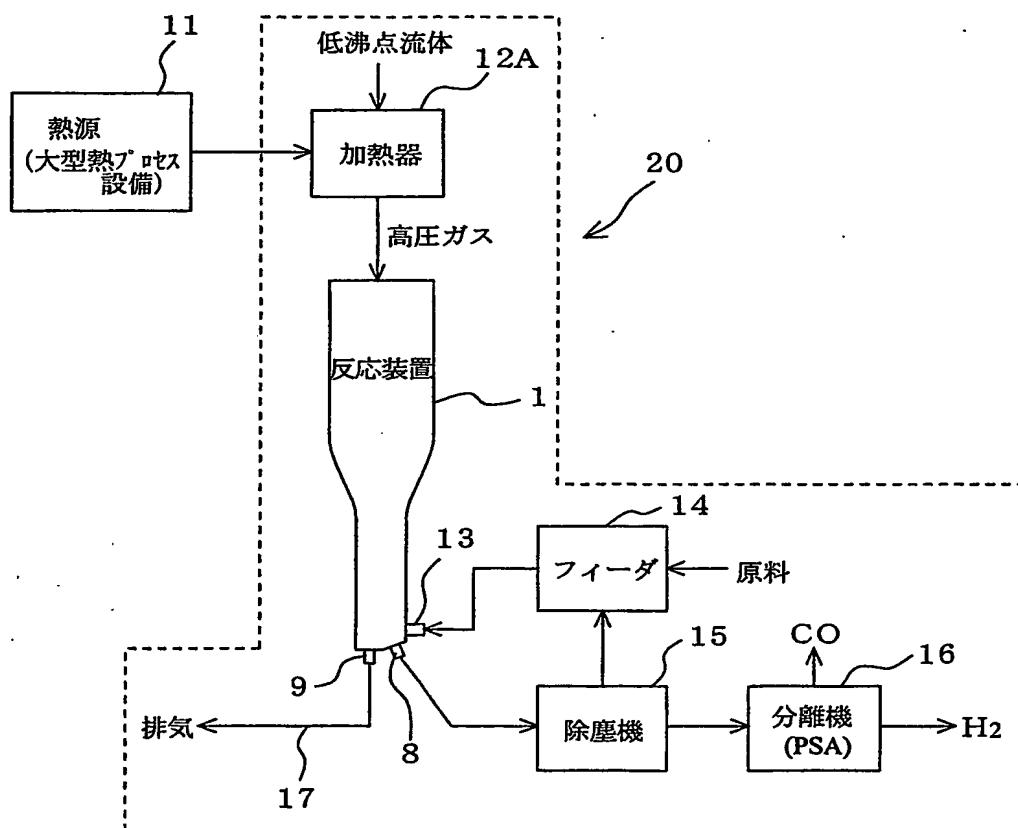
【図2】



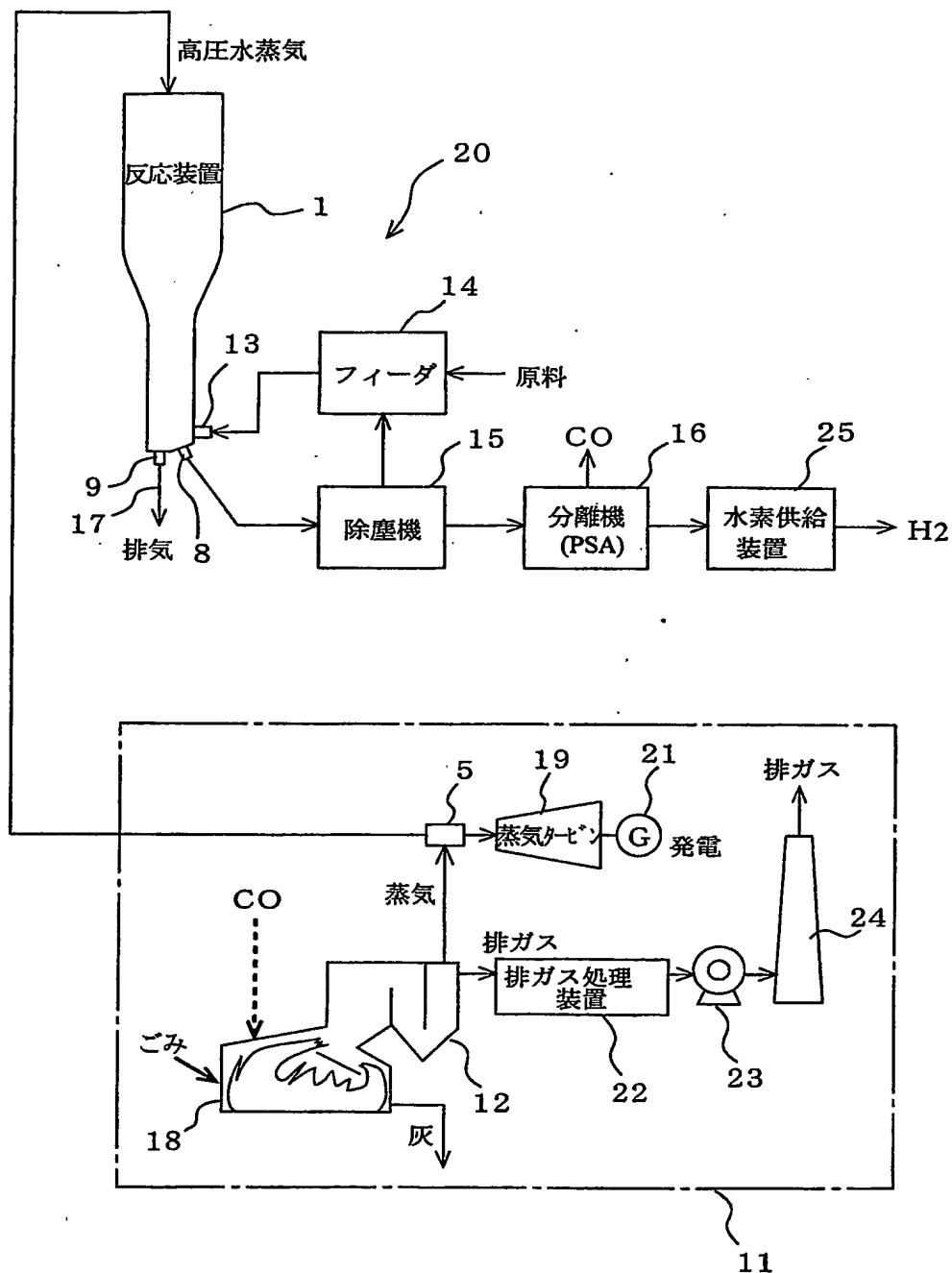
【図3】



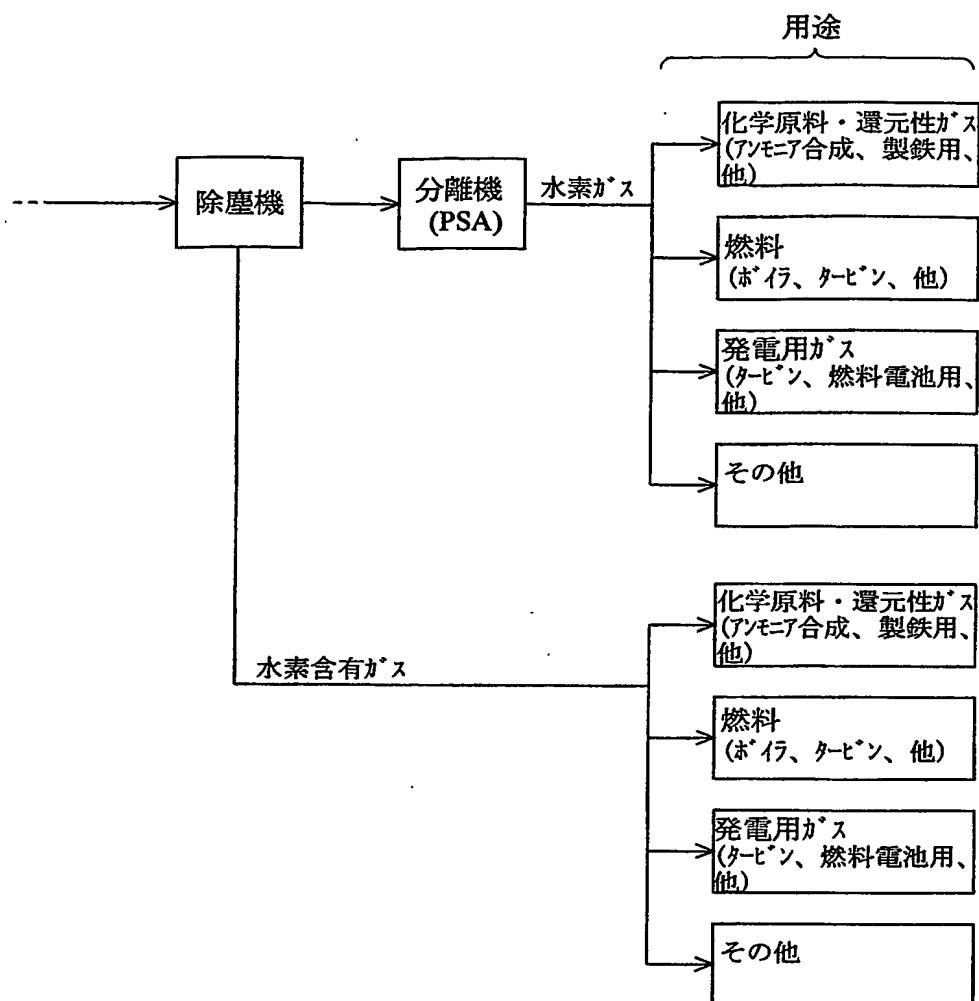
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高温が必要な化学反応を各種熱プロセスから排出される比較的低温の廃熱エネルギーを利用して安価に実現でき、装置の立ち上げ立ち下げが容易で運転費・設備費を抑えられる化学反応方法、それを用いた水素製造方法、並びに化学反応装置、その装置を備えた水素製造装置、及び水素供給施設を提供する。

【解決手段】 熱源11との熱交換により流体を加熱し反応前の反応装置1内の圧力に対して5倍以上の圧力の高圧ガスとする工程と、高圧ガスを瞬間に反応装置1内に開放して衝撃波を発生させる工程と、衝撃波を発生させる前に原料を反応装置1内に供給する工程と、発生させた衝撃波により原料を衝撃圧縮して加熱し化学反応させる工程とを有する化学反応方法であり、この方法を用いた水素製造方法、並びに前記方法を実現する化学反応装置、その装置を備えた水素製造装置、及びそれを備えた水素供給施設である。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004123]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

氏 名 日本鋼管株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 1日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

氏 名 JFEエンジニアリング株式会社